

19.04.99

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

09/673503

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

1998年 4月17日

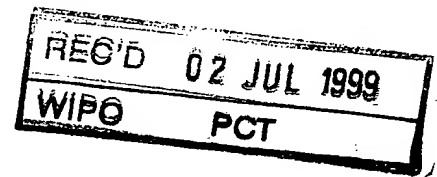
E U

出 願 番 号
Application Number:

平成10年特許願第124284号

出 願 人
Applicant(s):

大見 忠弘
株式会社ウルトラクリーンテクノロジー開発研究所

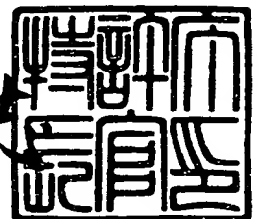
PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

1999年 6月17日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

伴佐山 建志



出証番号 出証特平11-3033301

【書類名】 特許願

【整理番号】 OHM0285

【提出日】 平成10年 4月17日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明の名称】 情報検索装置ならびにベクトル量子化装置

【請求項の数】 13

【発明者】

 【住所又は居所】 宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2の1の17の301

 【氏名】 大見 忠弘

【発明者】

 【住所又は居所】 千葉県千葉市美浜区稲毛海岸5丁目5-2-206

 【氏名】 小谷 光司

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都足立区加平二丁目12番5号

 【氏名】 中田 明良

【発明者】

 【住所又は居所】 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉（無番地）東北大学内

 【氏名】 今井 誠

【発明者】

 【住所又は居所】 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉（無番地）東北大学内

 【氏名】 譽田 正宏

【発明者】

 【住所又は居所】 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉（無番地）東北大学内

 【氏名】 森本 達郎

【発明者】

 【住所又は居所】 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉（無番地）東北大学内

 【氏名】 米澤 岳美

【発明者】

【住所又は居所】 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉（無番地）東北大学内

【氏名】 野沢 俊之

【発明者】

【住所又は居所】 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉（無番地）東北大学内

【氏名】 中山 貴裕

【発明者】

【住所又は居所】 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉（無番地）東北大学内

【氏名】 藤林 正典

【発明者】

【住所又は居所】 東京都文京区本郷4丁目1番4号 株式会社ウルトラク
リーンテクノロジー開発研究所内

【氏名】 新田 雄久

【特許出願人】

【識別番号】 000205041

【氏名又は名称】 大見 忠弘

【特許出願人】

【識別番号】 596089517

【氏名又は名称】 株式会社ウルトラクリーンテクノロジー開発研究所

【代表者】 新田 雄久

【代理人】

【識別番号】 100088096

【弁理士】

【氏名又は名称】 福森 久夫

【電話番号】 03-3261-0690

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007467

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9712127

【包括委任状番号】 9712234

【書類名】 明細書

【発明の名称】 情報検索装置ならびにベクトル量子化装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 記憶された複数のテンプレートベクトルデータの中から入力ベクトルデータに類似したテンプレートベクトルデータを検索し、検索されたテンプレートベクトルデータの値、又はその番地、またはテンプレートベクトルデータに付加されたインデックス番号を出力する検索手段を有するベクトル量子化装置であって、

前記検索を行う際に、前記入力ベクトルデータ及びテンプレートベクトルデータの特徴量を比較し、その結果に基づいて、検索のために必要な演算を減少させることを特徴とするベクトル量子化装置。

【請求項 2】 前記入力ベクトルデータは画像データから構成されることと特徴とする請求項 1 に記載のベクトル量子化装置。

【請求項 3】 前記特徴量は、ベクトルデータの一部の要素の値を画素の明暗が反転するように操作した後のベクトルデータの要素の総和若しくは平均値又は直流成分とすることを特徴とする請求項 2 に記載のベクトル量子化装置。

【請求項 4】 前記入力ベクトルデータは画像上の複数画素で構成されるブロックに関するものであり、前記特徴量が該ブロックの四隅の画素に関するものであることを特徴とする請求項 2 に記載のベクトル量子化装置。

【請求項 5】 前記入力ベクトルデータは画像上の複数画素で構成されるブロックに関するものであり、前記特徴量は前記入力ベクトルデータの要素の変化を特徴量とすることを特徴とする請求項 2 に記載のベクトル量子化装置。

【請求項 6】 前記特徴量はベクトルデータの要素の総和若しくは平均値又は直流成分であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のベクトル量子化装置。

【請求項 7】 前記特徴量として、ベクトルデータの要素の分散を用いることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のベクトル量子化装置。

【請求項 8】 複数の異なった特徴量を用いることを特徴とする請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載のベクトル量子化装置。

【請求項 9】 ベクトルデータを分割し、分割されたベクトルデータの各々についての特徴量を用いることを特徴とする請求項 1 ないし 8 のいずれか 1 項に記載のベクトル量子化装置。

【請求項 10】 前記テンプレートベクトルデータは特徴量順に並べられていることを特徴とし、または、テンプレートベクトルデータの検索を行う際に、入力ベクトルデータの特徴量に基づいて、最も答えに近いと判断されるテンプレートベクトルデータから検索を行うことを特徴とする請求項 1 ないし 8 に記載のいずれか 1 項に記載のベクトル量子化装置。

【請求項 11】 テンプレートベクトルデータを特徴量に並べる際に、複数の特徴量を用い、テンプレートベクトルデータを多次元で並べることを特徴とする請求項 10 に記載のベクトル量子化装置。

【請求項 12】 前記検索手段は、テンプレートベクトルデータの個々の要素と前記入力ベクトルデータの対応する要素との間で差分をとり、その絶対値の総和であるマンハッタン距離が最小となるテンプレートベクトルデータを検出するものであって、任意のテンプレートベクトルデータについて、入力ベクトルデータとの間で前記マンハッタン距離 M を演算し、他のテンプレートベクトルデータの個々の要素の総和と入力ベクトルデータの個々の要素の総和との差分の絶対値 D とを比較して、 $M < D$ の関係を有する場合は、該他のテンプレートベクトルデータについては、入力ベクトルデータとの間でマンハッタン距離の演算を省略することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のベクトル量子化装置。

【請求項 13】 記憶された複数の数値化された情報である情報群の中から、指定する演算に基いて解を検索し、検索された解の値、または解の位置を表す番地、または解の位置を特定できる番号を出力する手段を有する情報検索装置であって、前記検索を行う際に、情報に対して前記指定する演算よりも簡単な演算を施すことで、不必要な情報を排除し、結果として必要な演算量を減少させることを特徴とする情報検索装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は情報検索装置と、情報検索装置の一種であるベクトル量子化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

ベクトル量子化装置では、テンプレートベクトル群の中から入力ベクトルデータに類似するものを見つけ出す必要がある。二つのベクトルデータが類似しているかを判断するためには、二つのベクトルデータをある関数に入力して演算し、どのくらい類似しているかを数値化する必要がある。以後、2つのベクトルデータがどのくらい類似しているかを数値化したものを類似度と呼称するものとする。上記関数は、代表的なものとして、二つの入力ベクトルデータのマンハッタン距離やユークリッド距離を求める関数が挙げられるが、目的に応じて任意の関数を使うことができる。

【0003】

従来のベクトル量子化装置では、テンプレートベクトルデータ群の中から入力ベクトルデータに類似するものを見つける際に、すべてのテンプレートベクトルデータと入力ベクトルデータとが類似しているか否かを演算する必要があった。したがって、テンプレートベクトルデータの数が膨大になると、入力ベクトルデータと類似しているか否かを判断する演算も膨大になってしまうという問題があった。

【0004】

また、一般の情報検索装置において、検索対象となる情報群が大きくなるほど、解を検索するための演算量が大きくなってしまい、演算時間が膨大になってしまうという問題があった。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、ベクトル量子化装置において、テンプレートベクトルデータと入力ベクトルデータが類似しているか否かを演算して数値化する処理を減少させ、ベクトル量子化装置の高速化、低消費電力化を実現することを課題とする。また、情報検索装置において、情報群の中から指定された演算に基づいて解を検索する

際に、演算量を減少させることを課題とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明のベクトル量子化装置は、記憶された複数のテンプレートベクトルデータの中から入力ベクトルデータに類似したテンプレートベクトルデータを検索し、検索されたテンプレートベクトルデータの値、又はその番地、またはテンプレートベクトルデータに付加されたインデックス番号を出力する検索手段を有するベクトル量子化装置であって、前記検索を行う際に、前記入力ベクトルデータ及びテンプレートベクトルデータの特徴量を比較し、その結果に基づいて、検索のために必要な演算を減少させることを特徴としている。

【0007】

また、本発明の情報検索装置は、検索対象となる情報群の中から、指定された演算に基づいて解を検索する際に、前記指定された演算とは別な、より簡単な演算を情報群中の情報に施すことで、情報群の中であって検索の対象となる情報を絞り込み、結果として検索に必要な演算を減少させることを特徴としている。

【0008】

この発明において、ベクトル量子化装置とは、記憶されたテンプレートベクトルデータ群の中から入力ベクトルデータに最も類似した、もしくは実用上問題ない程度に類似したテンプレートベクトルデータを検索し、検索されたテンプレートベクトルデータの値、又はその番地、またはテンプレートベクトルデータに付加されたインデックス番号を出力する検索手段を有する装置を意味する。

【0009】

本発明において、ベクトルデータとは、数値化された情報の集合であるベクトルを表す。また、テンプレートベクトルデータとはあらかじめ用意された複数のベクトルデータの集合を構成するものであり、各々のテンプレートベクトルデータにはインデックス番号が付加される場合もある。テンプレートベクトルデータは一般にコードブックと呼ばれることもある。また、入力ベクトルデータとは、ベクトル量子化装置に入力されるベクトルデータである。

【0010】

なお、本発明において、特徴量とはベクトルデータの性質を端的に表すスカラー量である。一例としてベクトルデータの要素の平均値や、ベクトルデータの要素の分散などが挙げられるが、これにかぎったものではない。

【0011】

また、本発明において、情報検索装置とは、記憶された複数の数値化された情報である情報群の中から、指定する演算に基いて解を検索し、検索された解の値、または解の位置を表す番地、または解の位置を特定できる番号を出力する装置である。ベクトル量子化装置は、指定する演算として入力と情報群内の情報との類似度演算を行い、入力と類似した情報を検索する情報検索装置の一種であると言える。

【0012】

【発明の実施の形態】

本発明のベクトル量子化装置の実施の形態を、図1を参照しながら説明する。

【0013】

複数のテンプレートベクトルデータを記憶するテンプレート記憶装置101と、テンプレート記憶装置内のあるテンプレートベクトルデータと入力ベクトルデータ1aがどれほど類似しているのかを数値化して表現する類似度を演算して出力する類似度演算装置102と、類似度演算装置で演算された類似度1dに基づき入力ベクトルデータ1aと最も類似度が大きくなるテンプレートベクトルデータがどれなのかを判断する最大類似度検索装置103とを備える、ベクトル量子化装置について、

新たに、テンプレート記憶装置内の各テンプレートベクトルデータの特徴量を記憶する特徴量記憶装置104と、入力ベクトルデータの特徴量を演算する特徴量演算装置105とを付加する。同時に、特徴量記憶装置内の特徴量1eと特徴量演算装置で得られた特徴量1fと、場合によっては類似度演算装置で得られた類似度1dとを使って、テンプレートベクトルデータが検索の対象となるか否か、言い換えればテンプレートベクトルデータと入力ベクトルデータとの類似度を演算する必要があるかを否かを判断する演算省略判定装置105も付加する。

【0014】

これによって、ベクトル量子化装置で行われる類似度演算を減少させ、検索に必要な演算量を減少させることが可能になる。

【0015】

上記に示された本発明の実施の形態の説明では、入力ベクトルデータと最も類似度が大きくなる、つまり最も類似したテンプレートベクトルデータを探す操作を行ってる。そのために最大類似度検索装置103を備えている。しかし、本発明は最も類似度が大きくなるものを探す場合だけにとどまらず、類似度が実用上問題ない程度に大きくなるようなテンプレートベクトルデータを検索する場合にも応用が可能で、最大類似度検索装置103の動作を変更すれば実現できる。

【0016】

なお、特徴量記憶装置内の特徴量はあらかじめ演算して求めておいても良い。または、演算省略判定装置における判定のための演算と、入力ベクトルデータの特徴量演算とあわせても、類似度の演算に比べて少ない演算量で行えるならば、検索時に特徴量を演算しても、演算量を減少させることができる。

【0017】

この発明によるベクトル量子化装置の各部分を専用のハードウェア回路で実現することが可能であるし、プログラムされたコンピュータで行うこともまた可能である。

【0018】

次に、本発明の情報検索装置の実施の形態を説明する。

【0019】

数値化された情報の集合である情報群に対し、ある指定する演算を元に解を検索する操作には、幾つかの種類が考えられる。指定された演算を元に情報群の中の情報そのものを検索するもの、また、指定された演算に基づいて、情報群の中の情報に演算を施して得られた解を検索するものなどがある。

【0020】

情報群Uに対して、与えられた演算Fを施して、検索すべき解の集合である解集合Sを得る操作が、情報検索装置の中で最も重要な部分である。

【0021】

解集合 S を得てしまえば、解の位置や、解の位置を特定する番地を出力することとは容易だからである。

【0022】

本発明では、情報群 U に対して演算 F を施し、解集合 S を得る操作を直接行うのではなく、情報群 U に対し、与えられた演算 F とは異なった、より簡単な演算 G を施すことで集合 T を求める。集合 T に対し、演算 H を施すことで、解集合 S を得る。

【0023】

集合 T は情報群 U の部分集合であっても良いし、解集合 S を包含する集合でも良い。集合 T が情報群 U の部分集合である場合、演算 H は与えられた演算 F と等しくなり、演算 F の入力の大きさが減少することになるので、解集合 S を求める演算は減少される。また、集合 T が解集合 S を包含する集合の場合、集合 T から解集合 S を求める演算 H の演算量と、情報群 U から集合 T を求める G の演算量との総和が、演算 F の演算量を超えないようにすれば、情報検索装置の演算量を減少させることができる。

【0024】

また、集合 T は情報群 U や解集合 S と独立していても良い。

【0025】

以上によって、情報検索装置で行われる演算の演算量を減少させることができた。

【0026】

なお、以上では情報群 U から解集合 S を求める際に、中間状態の集合として集合 T 一つを使ったが、中間状態の集合の数は任意である。

【0027】

以下に実施例を挙げて、本発明をより詳細に説明する。

【0028】

(実施例 1)

図 2 は、二つのベクトルが類似しているか否かを数値化した類似度を求める関数としてマンハッタン距離を、特徴量としてベクトルデータの要素の総和を利用

した場合のベクトル量子化装置の構成と、演算が省略される様子とを説明するものである。

【0029】

なお、類似度としてマンハッタン距離を用いた場合、距離が小さいほうが類似度は大きい。

【0030】

最初に、演算が省略できる原理を説明する。

【0031】

n をベクトルデータの次元数、 k をテンプレート記憶装置内のテンプレートベクトルデータの総数とする。

【0032】

入力ベクトルデータ： $I = (I_1, I_2, \dots, I_n)$

記憶装置内のベクトルデータ： $T_m = (T_{m1}, T_{m2}, \dots, T_{mn})$
 $(m=1, 2, \dots, k)$

について、 I と T_m の類似度をマンハッタン距離 M_m を

$$M_m = \sum_{l=1}^n |I_l - T_{ml}|$$

で定義すると、入力ベクトルデータ I に最も類似している記憶装置内のベクトルデータ T_m を検索する操作とは、全ての M_m ($m=1, 2, \dots, k$) の中で M_m が最も小さくなる m を探し出す操作に相当する。

【0033】

ここで、 I ベクトルデータ要素の総和と T_m のベクトルデータ要素の総和の差の絶対値 D_m

$$D_m = \left| \sum_{l=1}^n I_l - \sum_{l=1}^n T_{ml} \right|$$

と、マンハッタン距離 M_m との間には

$$D_m \leq M_m \quad (1)$$

という関係が成り立つことに注目すると、以下のような議論が成り立つ。

【0034】

テンプレート記憶装置内のあるテンプレートベクトルデータ T_m と入力ベクトルデータ I のマンハッタン距離 M_m が判明しているとする。テンプレート記憶装置内にあって T_m とは別な任意のテンプレートベクトルデータ T_o と入力ベクトルデータ I について、各々のベクトルデータの要素の総和を取り、該総和どうしの差の絶対値 D_o を計算し、 $D_o > M_m$ となっている場合を仮定する。

【0035】

上述の D_o と M_o の関係 (1) により、常に $M_o > M_m$ が成り立つ。よって、 T_o と I のマンハッタン距離 M_o を計算せずとも、 D_o を計算するだけで、 T_o は T_m に比べて I に類似していないがわかる。つまり、 T_o を検索対象から除外できることになる。

【0036】

以上だけ見ると、 M_o を計算しなくても、 D_o を計算する必要があるのならば、検索に関わる処理が減少していないように見える。しかし、 D_o の演算においてテンプレートベクトルデータの特徴量である要素の総和

$$\sum_{l=1}^n T_{ml}$$

は既に計算されて特徴量記憶装置に記憶されているから、 D_o の算出は入力ベクトルデータの特徴量と、特徴量記憶装置内に記憶されている特徴量との差をとるだけで済む。また、入力ベクトルデータの特徴量の算出は、一入力ベクトルデータに対し一回で済む。このため、 D_o の算出は M_o に比べて非常に少ない演算で行うことができる。

【0037】

なお、特徴量として要素の総和を用いるのと、要素の平均値を用いるのは等価である。なぜならば、要素の平均値とは要素の総和を要素数で割っただけのものに過ぎないからである。

【0038】

次に、図 2 を使って具体的に説明する。

【0039】

入力ベクトルデータ 210、テンプレートベクトルデータ 211 ないし 218 は、例として 6 次元のベクトルデータとなっているが、任意の次元でかまわない。特徴量記憶装置 204 にはテンプレート記憶装置 201 内のテンプレートベクトルデータ 211 ないし 214 の特徴量が記憶されている。図 2 中ではテンプレートベクトルデータ 211 ないし 214 と、すぐ左側に位置する特徴量 215 ないし 218 は対応している。つまり、テンプレートベクトルデータ 211 の特徴量は 215、テンプレートベクトルデータ 212 の特徴量は 216 となる。

【0040】

また、マンハッタン距離演算装置 202 は 2b で示されるテンプレート記憶装置から転送されたテンプレートベクトルデータと、入力ベクトルデータ 210 とのマンハッタン距離を求め、マンハッタン距離 2c を出力する。最小マンハッタン距離記憶装置 203 は、今までに見つかった最小のマンハッタン距離を記憶する。

【0041】

特徴量演算装置 205 は入力ベクトルデータ 210 のベクトルデータ要素の総和を演算し、保存し、出力する。特徴量差分演算装置 206 は、特徴量演算装置で求められた特徴量 2f と特徴量記憶装置 204 から読み出された特徴量 2d との差分を演算し、出力する。演算省略判定装置 207 は最小マンハッタン距離記憶装置 203 で記憶されている、今までにわかっている最小のマンハッタン距離 2h と特徴量差分演算装置 206 で演算された特徴量の差分 2g とを利用して、テンプレートベクトルデータと入力ベクトルデータのマンハッタン距離を演算する必要があるか否かを判別する。

【0042】

ベクトル量子化の手順を次に示す。演算の省略の様子も同時に説明する。

- 1) 入力ベクトルデータの特徴量を特徴量演算装置 205 によって演算し、保存する。この特徴量は、一つの入力に対し、一度だけ演算すればよい。
- 2) 入力ベクトルデータと第一番目のテンプレートベクトルデータ 211 とのマ

マンハッタン距離 M_1 をマンハッタン距離演算装置202によって演算する。マンハッタン距離はまだ一つしか演算していないので、現在までで見つかった最小のマンハッタン距離 $\min M$ は M_1 となる。したがって M_1 を最小マンハッタン距離記憶装置203に記憶する。 $M_1 = 70$ である。また、 $\min M = M_1$ である。

3) 第二番目のテンプレートベクトルデータ212の特徴量216と入力ベクトルデータ210の特徴量2fの差の絶対値 D_2 を特徴量差分演算装置206で求める。 $D_2 = 4$ である。

4) 手順3)で求めた特徴量の差の絶対値 D_2 と現在までに見つかった最小のマンハッタン距離 $\min M$ をもとに、第二番目のテンプレートベクトルデータ212と、入力ベクトルデータ210とのマンハッタン距離を演算する必要があるか、演算省略判定装置207で判断する。 $D_2 < \min M$ であるから、第二番目のテンプレートベクトルデータ212と、入力ベクトルデータ210とのマンハッタン距離演算は省略できない。

5) 手順4)により、第二番目のテンプレートベクトルデータ212と、入力ベクトルデータ210とのマンハッタン距離演算が必要と判定されたので、この演算を行う。第二番目のテンプレートベクトルデータ212と、入力ベクトルデータ210とのマンハッタン距離 M_2 をマンハッタン距離演算装置202で演算する。 $M_2 = 22$ である。 M_2 は、今まで見つかった最小のマンハッタン距離 $\min M$ よりも小さいので、 $\min M$ の値を M_2 に更新する。 $\min M = M_2$ になる。つまり最小マンハッタン距離記憶装置203には M_2 が記憶される。

6) 第三番目のテンプレートベクトルデータ213の特徴量217と、入力ベクトルデータ210の特徴量2fとの差の絶対値 D_3 を特徴量差分演算装置206で演算する。 $D_3 = 46$ である。

7) 手順6)で求めた特徴量の差の絶対値 D_3 と現在までに見つかった最小のマンハッタン距離 $\min M$ をもとに、第三番目のテンプレートベクトルデータ213と、入力ベクトルデータ210とのマンハッタン距離を演算する必要があるか、演算省略判定装置207で判断する。 $D_3 > \min M$ であるから、第三番目のテンプレートベクトルデータ213と、入力ベクトルデータ210とのマン

ハッタン距離演算は省略できる。

8) 手順 7) で第三番目のテンプレートベクトルデータ 213 と、入力ベクトルデータ 210 とのマンハッタン距離演算は省略できると判明したので、このマンハッタン距離演算を省略して、第四番目のテンプレートベクトルデータ 214 の特徴量 218 と入力ベクトルデータ 210 の特徴量 2f との差分の絶対値 D_4 を特徴量差分演算装置 206 で演算する。 $D_4 = 157$ である。

9) 手順 8) で求めた特徴量の差の絶対値 D_4 と現在までに見つかっている最小のマンハッタン距離 $\min M$ をもとに、第四番目のテンプレートベクトルデータ 214 と、入力ベクトルデータ 210 とのマンハッタン距離を演算する必要があるか、演算省略判定装置 207 で判断する。 $D_4 > \min M$ であるから、第四番目のテンプレートベクトルデータ 214 と、入力ベクトルデータ 210 とのマンハッタン距離演算は省略できる。

10) 以下、同様の操作を繰り返す。

【0043】

以上の手順の中にも示された通り、図 2 に記載の構成のベクトル量子化装置で、入力ベクトルデータにもっとも類似したテンプレートベクトルデータを検索する操作を行う際、検索に必要な類似度の演算を減少させることができた。

【0044】

また、図 2 では、テンプレート記憶装置内のテンプレートベクトルデータ 211 から 214 は任意の順で並んでいたが、特徴量の順で並べておいても良い。テンプレートベクトルデータが特徴量順に並んでいる場合、テンプレートベクトルデータを検索する際、入力ベクトルデータ 210 と特徴量の最も近いテンプレートベクトルデータから検索することが容易になる。特徴量の近い二つのベクトルデータは、類似度も大きい傾向があるので、入力ベクトルデータと特徴量が最も近いテンプレートベクトルデータから検索を行うことで、類似度演算はより多く省略される。

【0045】

本例では、ベクトル量子化装置が取り扱うベクトルデータの次元を 6 次元としたが、ベクトルデータの次元は任意で良い。

【0046】

なお、図2のベクトル量子化装置は、専用のハードウェアで実現することも可能であるし、コンピュータ上のプログラムによってソフトウェアで実現することもできる。

【0047】

図2において、ベクトルデータの特徴量としてベクトルデータの分散を使いたい場合、特徴量演算装置205と、特徴量省略判定装置207を変更する。また、類似度を求める関数を変更したい場合、マンハッタン距離演算装置202と、最小マンハッタン距離記憶装置203と、演算省略判定装置207とを変更する。

【0048】

(実施例2)

実施例2では、第1実施例と同様なベクトル量子化装置の入力を画像データとし、本発明のベクトル量子化装置を画像圧縮装置に応用した例を、図3ないし図4を使って説明する。また、ベクトル量子化装置の入力を画像データにした場合の、画像データ特有な特徴量について説明し、幾つかの特徴量を組み合わせてベクトル量子化処理の演算量を減少させることが可能であることを示す。

【0049】

まず、ベクトル量子化装置を使って画像圧縮を行う例を図3を使って説明する。

【0050】

入力画像301は、画素と呼ばれる要素が集まって構成されている。画素は輝度値、あるいは色差信号などの情報を持っている。入力画像301から複数画素で構成されるブロックを取り出したのが、入力画像ブロック303である。図3では入力画像ブロックの大きさとして4×4画素を選んでいるが、入力画像ブロックの大きさは何であっても構わない。

【0051】

入力画像ブロック303は、前述の通り複数の画素を持っているから、各々の画素が持つ輝度値を集めて、ベクトルデータとすることができる。これをベクト

ル量子化装置の入力ベクトルデータとする。

【0052】

人間の視覚特性上、入力画像301上の幾つかの画像ブロックは殆ど見た目で同じに見える場合がある。こういった、同じに見える複数の画像ブロックを、より少ない数の画像ブロックで代表させることが可能である。画像ブロックコードブック304は、入力画像301上の多数の画像ブロックを代表する画像ブロックである。テンプレートベクトルデータは、画像ブロックコードブック304内の画像ブロック各々の画素が持つ輝度をベクトルデータとしたものである。

【0053】

入力画像301全体を画像ブロックとして分割し、各々の画像ブロックをベクトル量子化装置の入力ベクトルデータとし、入力ベクトルデータに類似するテンプレートベクトルデータを検索して、テンプレートベクトルデータの番号305のみを転送することで、画像の圧縮が可能である。圧縮された画像を再生するには、テンプレートベクトルデータ番号305を持つテンプレートベクトルデータを呼び出し、画像に当てはめれば良い。再生画像302は、実際に再生された画像の例である。本発明では、入力ベクトルデータに類似するテンプレートベクトルデータを検索する際、検索にまつわる演算を減少できるので、高速な画像の圧縮が可能になる。

【0054】

なお、以上の例では画素の輝度値をベクトルデータとしたが、輝度値だけでなく、画素が持つ数値化された情報は何でもベクトルデータにできる。また、画像を画像ブロックとして取り出した後、離散余弦変換をはじめとする様々な変換を掛け、変換後の画像からベクトルデータを作って、ベクトル量子化装置の入力としても良い。

【0055】

入力画像301から入力ベクトルデータを作成してしまえば、類似度を求める関数としてマンハッタン距離を、特徴量としてベクトルデータの要素の総和を使った場合、ベクトル量子化の手順は実施例1と全く同一である。よって、ここでは詳細な手順の説明を省く。なお、入力ベクトルデータが画像データの場合、特

微量としてベクトルデータの要素の総和を用いても、画像データを周波数分解した際の直流成分を用いても、二つは等価である。何故ならば、前記直流成分は、ベクトルデータの要素の総和にある係数を掛けたものに過ぎないからである。

【0056】

この方法によって、画像データに対しベクトル量子化の操作を行った時に、マンハッタン距離演算がどれほど省略できるのかを示したのが図4である。図4は、屋外風景写真、屋内風景写真、人物写真を入力画像とした時に、様々なテンプレートベクトルデータ群に対して、テンプレートベクトルデータ群の中でマンハッタン距離を演算しなければならないテンプレートベクトルデータの割合を表している。図4によると、テンプレートベクトルデータの中で、入力ベクトルデータとマンハッタン距離を演算しなければならないのはせいぜい14%以内となっていることが分かり、本発明の有用性が示されている。

【0057】

入力ベクトルデータが画像データである場合、ベクトルデータの特徴量として、画像特有の性質を使うことが可能である。以下に説明する。

【0058】

画像データに対して、類似度を演算する関数をマンハッタン距離、特徴量としてベクトル要素の総和とした場合の問題点を図5を使って示す。入力ベクトルデータの元となる画像ブロック501と、テンプレートベクトルデータに対応する画像ブロック503は、全く上下左右反転したブロックとなっており、見た目では全く異なるものである。実際に、画像ブロック501と、画像ブロック503との画素の輝度値を取り出して、それぞれベクトルデータにし、マンハッタン距離演算をすると、画像ブロック503は、画像ブロック502に比較して画像ブロック501と類似していないことが明らかになる。しかし、特徴量である、ベクトルデータの要素の総和は、画像ブロック502と503とで等しい。このことは、特徴量としてベクトル要素の総和を使っただけでは、無駄な類似度演算が多く残ることを意味する。

【0059】

この問題を解決するためには、特徴量として、ベクトルデータの要素の一部を

画素の明暗が反転するように操作した後のベクトルデータの総和を使うという手段が考えられる。図6はベクトルデータの一部を反転させた場合、画像ブロックがどのように変化するかを表している。初期画像ブロック601に対し、反転パターン602から604の黒で塗りつぶされた部分の画素の明暗が反転するように操作した結果が、反転後画像ブロック605から607である。ベクトルデータ要素の総和が等しい場合でも、ベクトルデータ要素の一部を画素の明暗が反転するように操作してから、ベクトルデータの要素の総和を求めて特徴量とすると、特徴量の差が現れてくる例が図7である。画像ブロック701と702は、画素の輝度値の総和は全く同じである。よって、ベクトルデータの要素の総和、即ちブロック内の画素の輝度値の総和を特徴量としても二つは全く区別できない。反転パターン703の黒塗りの部分を明暗反転することで、反転後の画像ブロックについての画素の輝度値の総和706と707は全く異なったものとなる。このことを利用して無駄な演算を減少させることができる。

【0060】

以上の例からもわかるように、ある特徴量を使ったときには省略できない類似度の演算が、別の特徴量を使うと省略できる場合がある。この場合、特徴量を二つ以上利用して、演算量を更に減少させることができる。

【0061】

具体的には、ある特徴量でテンプレートベクトルデータの中から類似度を演算しなければならない範囲を絞り込み、別の特徴量で更に範囲を絞り込むという、二段階で特徴量を使う方法と、同時に二つの特徴量を使って、特徴量の差が大きいほうを演算省略の判断に使う方法などが挙げられる。

【0062】

ある画像から、画像ブロックを取り出してきて、ベクトル量子化装置の入力とする場合、上述の「ベクトルデータの要素の一部を画素の明暗が反転するように操作した後のベクトルデータの総和」の他にも、画像特有な特徴量がいくつか考えられる。ここでは、画像ブロックの四隅の画素を特徴量として使う方法と、画像ブロック上の画素の変化を特徴量として使う方法を説明する。

【0063】

最初に、画像ブロックの四隅の画素を特徴量として使う方法を説明する。画像ブロックを画像から取り出してきた場合に、滑らかに変化する画像に対しては、画像ブロックの四隅から特徴量ができる。図8では、画像ブロックの四隅を特徴量として使う方法を説明している。画像ブロック801は、ブロックの右下から左上方向に、輝度が明るくなる変化をしている。画像ブロック801の四隅803を取り出し、画素の輝度値を比較すると、画像ブロックがどのような方向に変化しているのかを把握することができる。画像ブロック802と、その四隅804は、画素の変化する方向が異なる場合の一例である。このように、画像ブロックの四隅の画素の間で大小比較し、大小を判別しすることで、画像ブロックの特徴を捉えることができる。四隅の画素の間での大小のパターンは幾通りもあるが、このパターンは番号付けして、値とすることができる。四隅の画素の間での大小のパターン805の番号806を特徴量として、本発明のベクトル量子化装置に組み込むことができる。

【0064】

図8では画像ブロックの大きさとして4画素×4画素としているが、この大きさは任意で良い。

【0065】

次に、画像ブロック上での画素の変化を特徴量として使う方法を説明する。画像から画像ブロックを幾つか切り出して来ると、画像ブロックの画素の変化の様子が似ているものがある。図9は、画素の変化の周期が同じである二つの画像ブロックを示している。画像ブロック901と902はいずれも左右方向にのみ画素の値が変化している。画像ブロック901の左右方向の画素の値の変化は、画像ブロック902の左右方向の画素の値の変化に係数を掛けて、変化の振幅を押さえたものに他ならない。このような状態を、画像ブロック901と画像ブロック902の、画像ブロック上での画素の変化のモードが同じであると言うことにする。画像ブロック上の画素の変化のモードは多数あるが、変化のモードに番号付けして値とすることができる。画素の変化のモードの番号を特徴量として、本発明のベクトル量子化装置に組み込むことができる。

【0066】

図9では、画像ブロックの大きさとして4画素×4画素としているが、この大きさは任意で良い。

【0067】

実施例2の最後は、第一の特徴量として画像ブロック上での画素の変化、つまり画像ブロック上の変化のモードを番号付けしたものと、第二の特徴量として画素の値の総和、つまりベクトルデータの要素の総和とを使った、本発明のベクトル量子化装置の構成を、図10を使って説明する。なお、類似度は、マンハッタン距離によって求めている。図10中では、ベクトルデータを、相当する画像ブロックとして視覚的に表現している。

【0068】

入力ベクトルデータ1001は、第一の特徴量である画像ブロック上の画素の変化モードによって分類される。変化モード判定装置1002は、画素の変化モードが典型的なベクトルデータを集めた、特徴テンプレート記憶装置1003に記憶されたベクトルデータの情報を元に、入力ベクトルデータの第一の特徴量である画像ブロック上の画素の変化モードが何番であるか出力する1004。テンプレートベクトルデータを記憶するテンプレート記憶装置と、テンプレートベクトルデータの第二の特徴量であるテンプレートベクトルデータの要素の総和を記憶する特徴量記憶装置の内部では、第一の特徴量によってデータが並べられている。図10の例では、入力ベクトルデータの第一の特徴量は”2”と判断されたので、テンプレート記憶装置と、特徴量記憶装置内との中から第一の特徴量が”2”となる部分1020のみが選択され、残りの部分は検索対象外となる。

【0069】

テンプレート記憶装置、特徴量記憶装置の中で、第一の特徴量が”2”となる部分1020に関して、実施例1と同様の手順で検索を行う。入力ベクトルデータ1001の第二の特徴量を特徴量演算装置1008で演算し、その結果と、特徴量記憶装置内の特徴量1013とを使って特徴量差分演算装置1009ならびに演算省略判定装置1010で、テンプレート記憶装置内の第一の特徴量が”2”となるテンプレートベクトルデータの中でも特にマンハッタン距離演算が必要の無いものを判断する。テンプレートベクトルデータの検索手順は、実施例1と

同様である。

【0070】

以上の例では、実施例1に挙げたような特徴量を単独で使う場合に比べて、より多くの演算が省略できた。第一の特徴量によってあらかじめ検索対象となるテンプレートベクトルデータを限定し、第二の特徴量で更に検索対象を絞り込むからである。

【0071】

また、テンプレートベクトルデータは、第一の特徴量だけでなく、第二の特徴量によっても並べ、二次元的な配列にしておくことで、入力ベクトルデータ1001に、第二の特徴量が似たテンプレートベクトルデータから検索を始められるので、より効率的に、入力ベクトルデータ1001と類似のテンプレートベクトルデータを検索できる。

【0072】

なお、図10では、画像ブロックの大きさとして4画素×4画素、ベクトルデータに直せば16次元のものを例に説明したが、この大きさは任意である。

【0073】

(実施例3)

実施例3では、ベクトルデータを幾つかの部分に分解し、分解されたベクトルデータの各々の部分についての特徴量を利用してテンプレートベクトルデータ検索にまつわる演算量を減少させる方法を説明し、その場合のベクトル量子化装置の構成を説明する。

【0074】

図11は、4画素×4画素で構成される画像ブロックを16次元の入力ベクトルデータとし、入力ベクトルデータを4次元のベクトル4つに分割して、各々の特徴量を求め、それを利用して演算を減少させる方法を説明している。図11中では、画像ブロックの形でベクトルデータを視覚的に表現している。また、図11の例では、特徴量としてベクトルデータ要素の平均値を利用している。

【0075】

入力ベクトルデータ1101は、4つの部分に分割され、各々の部分について

特徴量である平均を演算する。特徴量は4つ出てくるので、それをベクトルデータ1102にする。

【0076】

一方、テンプレートベクトルデータは、入力ベクトルデータと同様の手順で特徴量を求め、特徴量のベクトルデータを作成し、似ているもの同士を集めて集合にし、集合に番号付けをする。同時に、テンプレートベクトルデータの前記集合を代表する、特徴量のベクトルデータ1105を作成する。これをテンプレート概形データと呼ぶ。テンプレート概形データ1105には、前記集合と同じ番号が振られている。テンプレート概形データ1105はテンプレート概形データ記憶装置1103に保存する。

【0077】

入力ベクトルデータ1101の特徴量のベクトルデータ1102は、テンプレート概形データとともに概形判断装置1104に入力され、最も似ている概形データの番号1107が出力される。概形判断装置で出力された番号のテンプレートベクトルデータの集合1106のみを、検索の対象とすることで、テンプレートベクトルデータの検索にまつわる演算量を減少させることができた。

【0078】

【発明の効果】

以上説明したように、請求項1に係る発明によれば、ベクトル量子化装置において、検索のための演算量を減少させ、ベクトル量子化装置を高速化することができる。

【0079】

請求項2に係る発明によれば、画像データを入力とするベクトル量子化装置において、検索のための演算量を減少させ、ベクトル量子化装置を高速化することができる。また、請求項2に係る発明を画像圧縮に利用することで高速な画像圧縮が可能になる。

【0080】

請求項3に係る発明によれば、画像データを入力とするベクトル量子化装置において、検索のための演算量を減少させ、ベクトル量子化装置を高速化すること

ができる。

【0081】

請求項4に係る発明によれば、画像データを入力とするベクトル量子化装置において、検索のための演算量を減少させ、ベクトル量子化装置を高速化することができる。

【0082】

請求項5に係る発明によれば、画像データを入力とするベクトル量子化装置において、検索のための演算量を減少させ、ベクトル量子化装置を高速化することができる。

【0083】

請求項6に係る発明によれば、ベクトル量子化装置において、検索のための演算量を減少させ、ベクトル量子化装置を高速化することができる。

【0084】

請求項7に係る発明によれば、ベクトル量子化装置において、検索のための演算量を減少させ、ベクトル量子化装置を高速化することができる。

【0085】

請求項8に係る発明によれば、ベクトル量子化装置において、検索のための演算量を減少させ、ベクトル量子化装置を高速化することができる。

【0086】

請求項9に係る発明によれば、ベクトル量子化装置において、検索のための演算量を減少させ、ベクトル量子化装置を高速化することができる。

【0087】

請求項10に係る発明によれば、ベクトル量子化装置において、検索のための演算量を減少させ、ベクトル量子化装置を高速化することができる。

【0088】

請求項11に係る発明によれば、ベクトル量子化装置において、検索のための演算量を減少させ、ベクトル量子化装置を高速化することができる。

【0089】

請求項12に係る発明によれば、ベクトル量子化装置において、検索のための

演算量を減少させ、ベクトル量子化装置を高速化することができる。

【0090】

請求項13に係る発明によれば、情報検索装置において、検索のための演算量を減少させ、検索処理の時間を短縮することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明のベクトル量子化装置の構成の一例を示す概念図である。

【図2】

特徴量としてベクトルデータの要素の総和、類似度演算の関数としてマンハッタン距離を使った場合のベクトル量子化装置の構成の一例を示す概念図である。

【図3】

ベクトル量子化装置を画像データにに適用し、画像圧縮を行う方法を示す概念図である。

【図4】

全テンプレートベクトルデータの中で、実際に類似度を演算しなければならないテンプレートデータの割合を示すグラフである。

【図5】

ある特徴量が似ていても、類似していないベクトルの一例である。

【図6】

ベクトルデータの要素の一部の値を、明暗が反転するように操作した後に要素の総和を求める例を説明する模式図である。

【図7】

特徴量をベクトルデータの要素の総和とした場合には特徴量が等しい二つのベクトルデータについて、特徴量としてベクトルデータの要素の一部の値を明暗が反転するように操作してから要素の総和をとったものを利用すると、特徴量に差が現れる様子を説明する模式図である。

【図8】

画像ブロックの四隅の画素の値を特徴量として利用する方法を説明する模式図である。

【図 9】

画素の変化の周期が等しいが、変化の振幅が異なる二つの画像ブロックの一例を示す模式図である。

【図 10】

二つの異なる特徴量を使うことで検索のための演算を省くベクトル量子化装置の構成を示すブロック図である。

【図 11】

ベクトルデータを幾つかの部分に分け、各々の部分の特徴量を利用して演算量を減少させるベクトル量子化装置の構成例を示す概念図である。

【符号の説明】

- 101 テンプレート記憶装置、
- 102 類似度演算装置、
- 103 最大類似度検索装置、
- 104 特徴量記憶装置、
- 105 特徴量演算装置、
- 106 演算省略判定装置、
- 201 テンプレート記憶装置、
- 202 マンハッタン距離演算装置、
- 203 最小マンハッタン距離記憶装置、
- 204 特徴量記憶装置、
- 205 特徴量演算装置、
- 206 特徴量差分演算装置、
- 207 演算省略判定装置、
- 210 入力ベクトルデータ、
- 211 第一番目のテンプレートベクトルデータ、
- 212 第二番目のテンプレートベクトルデータ、
- 213 第三番目のテンプレートベクトルデータ、
- 214 第四番目のテンプレートベクトルデータ、
- 215 第一番目のテンプレートベクトルデータの特徴量、

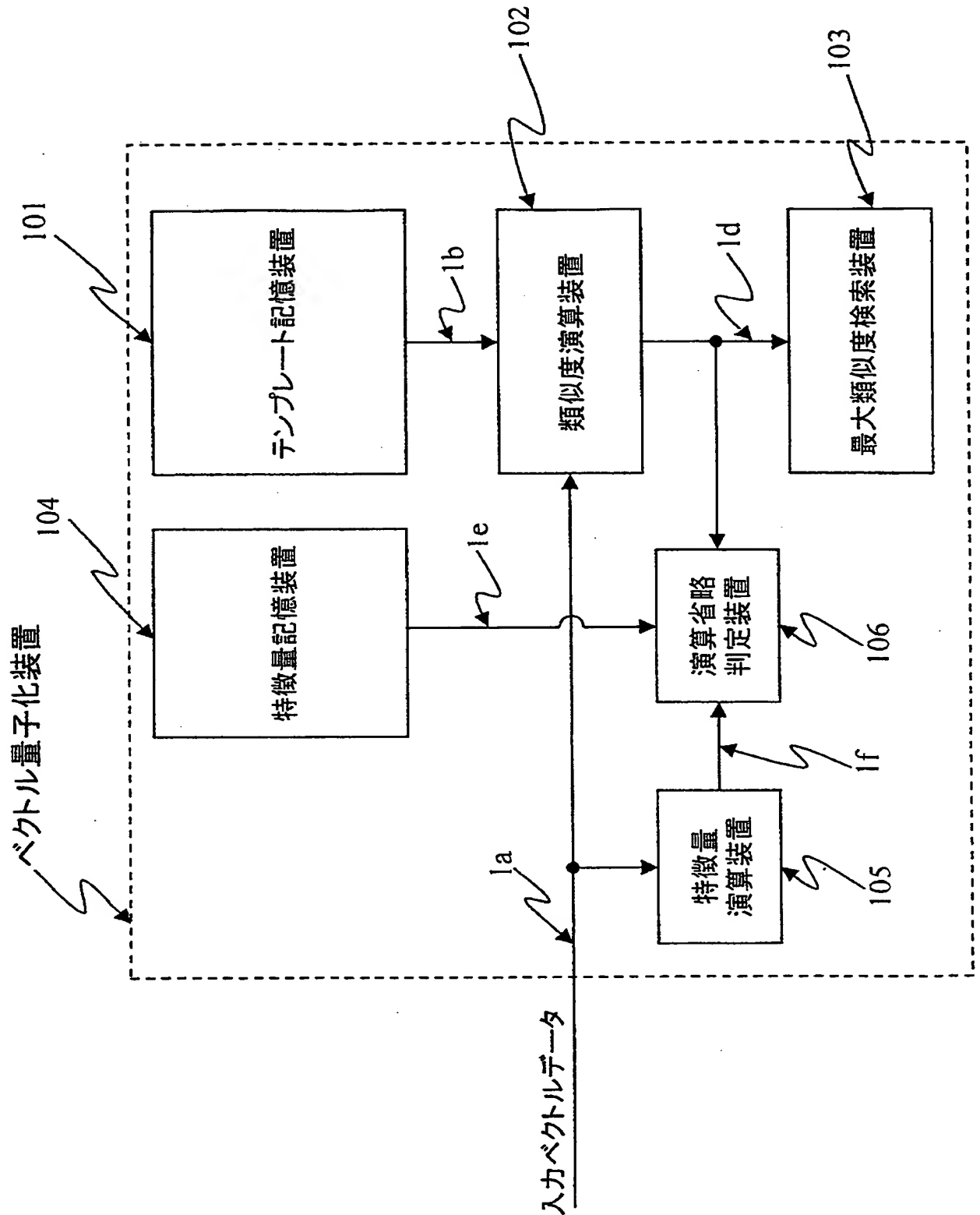
- 216 第二番目のテンプレートベクトルデータの特徴量、
- 217 第三番目のテンプレートベクトルデータの特徴量、
- 218 第四番目のテンプレートベクトルデータの特徴量、
- 301 入力画像、
- 302 復元画像、
- 303 入力画像ブロック、
- 304 画像ブロックコードブック、
- 501 入力ベクトルデータに対応する画像ブロック、
- 502 テンプレートベクトルデータに対応する画像ブロック、
- 503 テンプレートベクトルデータに対応する画像ブロック、
- 601 初期画像ブロック、
- 602 反転パターン、
- 603 反転パターン、
- 604 反転パターン、
- 605 一部画素の明暗反転後の画像ブロック、
- 606 一部画素の明暗反転後の画像ブロック、
- 607 一部画素の明暗反転後の画像ブロック、
- 701 初期画像ブロック、
- 702 初期画像ブロック、
- 703 反転パターン、
- 704 一部画素の明暗反転後の画像ブロック、
- 705 一部画素の明暗反転後の画像ブロック、
- 706 画素の輝度値の総和、
- 707 画素の輝度値の総和、
- 801 画像ブロック、
- 802 画像ブロック、
- 803 画像ブロックの四隅の画素と画素の値の大小関係、
- 804 画像ブロックの四隅の画素と画素の値の大小関係、
- 805 画像ブロックの四隅の画素間の大小比較パターン、

- 806 パターン番号、
- 901 画像ブロック、
- 902 画像ブロック、
- 1001 入力ベクトルデータ、
- 1002 変化モード判定装置、
- 1003 特徴テンプレート記憶装置、
- 1004 第一の特徴量、
- 1005 特徴量記憶装置ならびにテンプレート記憶装置内部を第一の特徴量で分したときの第一の特徴量、
- 1006 テンプレートベクトルデータ、
- 1007 テンプレートベクトルデータの第二の特徴量、
- 1008 特徴量演算装置、
- 1009 特徴量差分演算装置、
- 1010 演算省略判定装置、
- 1011 マンハッタン距離演算装置、
- 1012 最小マンハッタン距離記憶装置、
- 1101 入力ベクトルデータ、
- 1102 入力ベクトルデータを分割し、分割された部分各々の特徴量を集めたベクトルデータ、
- 1103 テンプレート概形データ記憶装置、
- 1104 概形判断装置、
- 1105 テンプレート概形データ、
- 1106 検索対象となったテンプレートベクトルデータの集合。

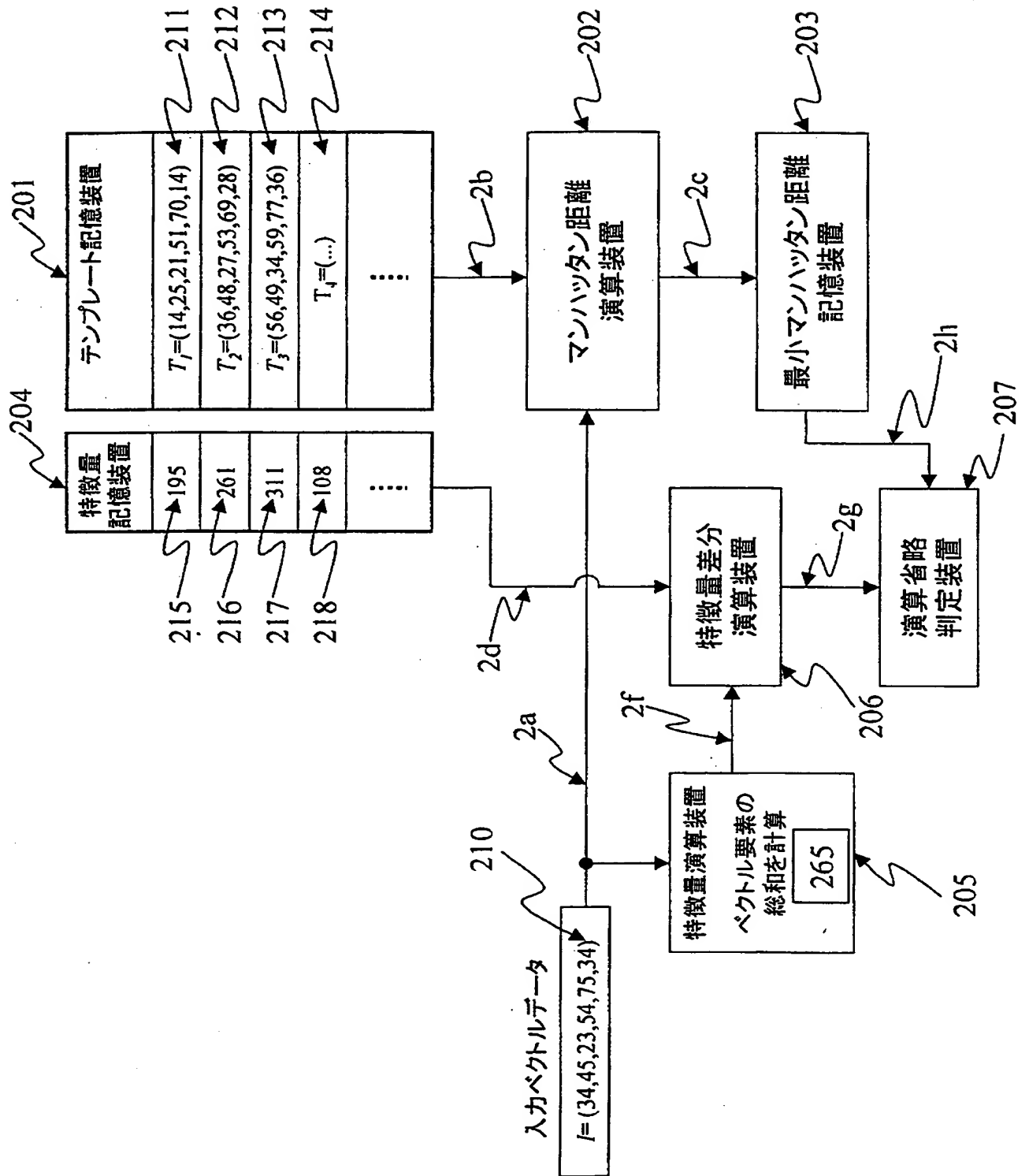
【書類名】

図面

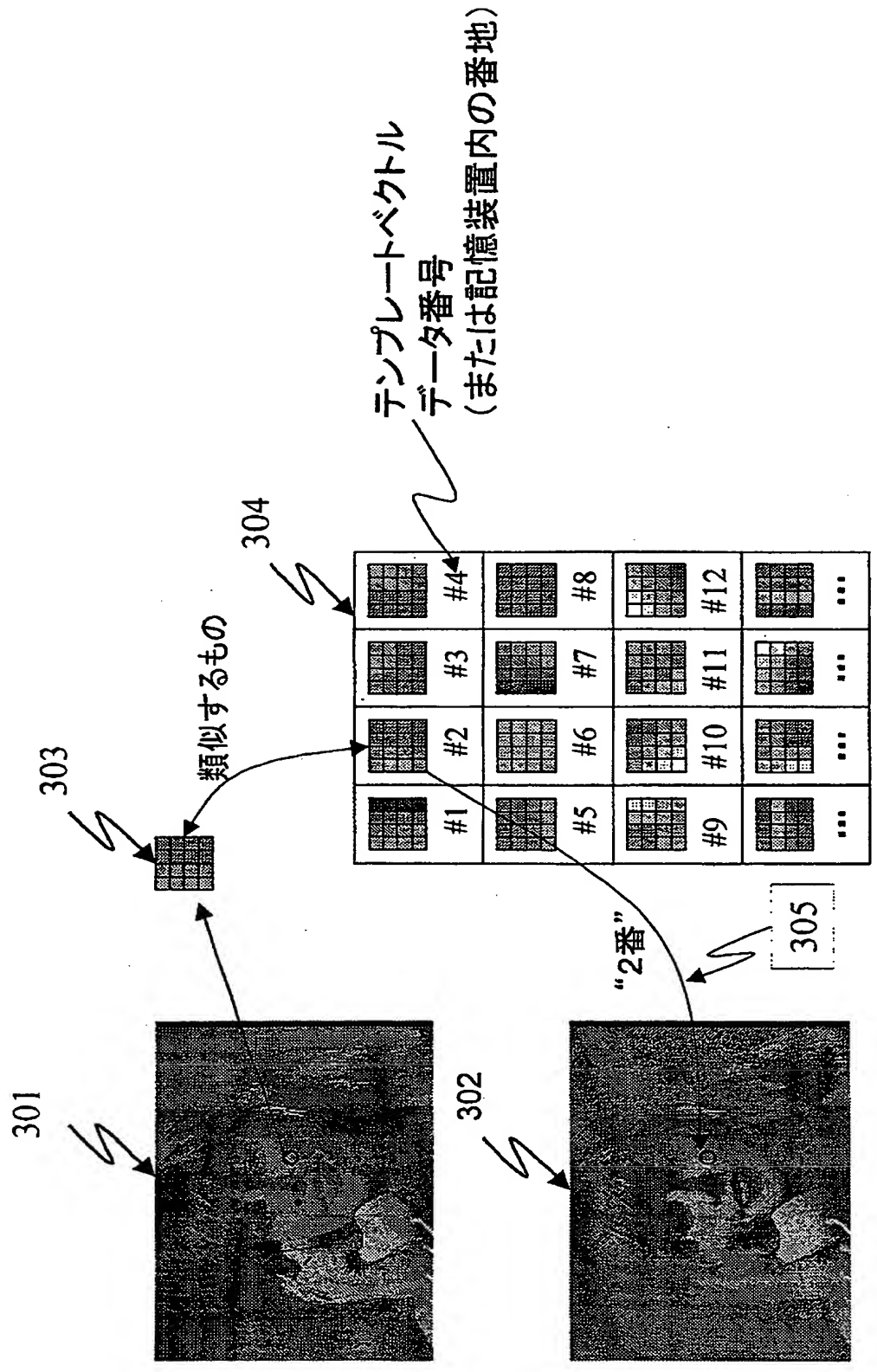
【図 1】



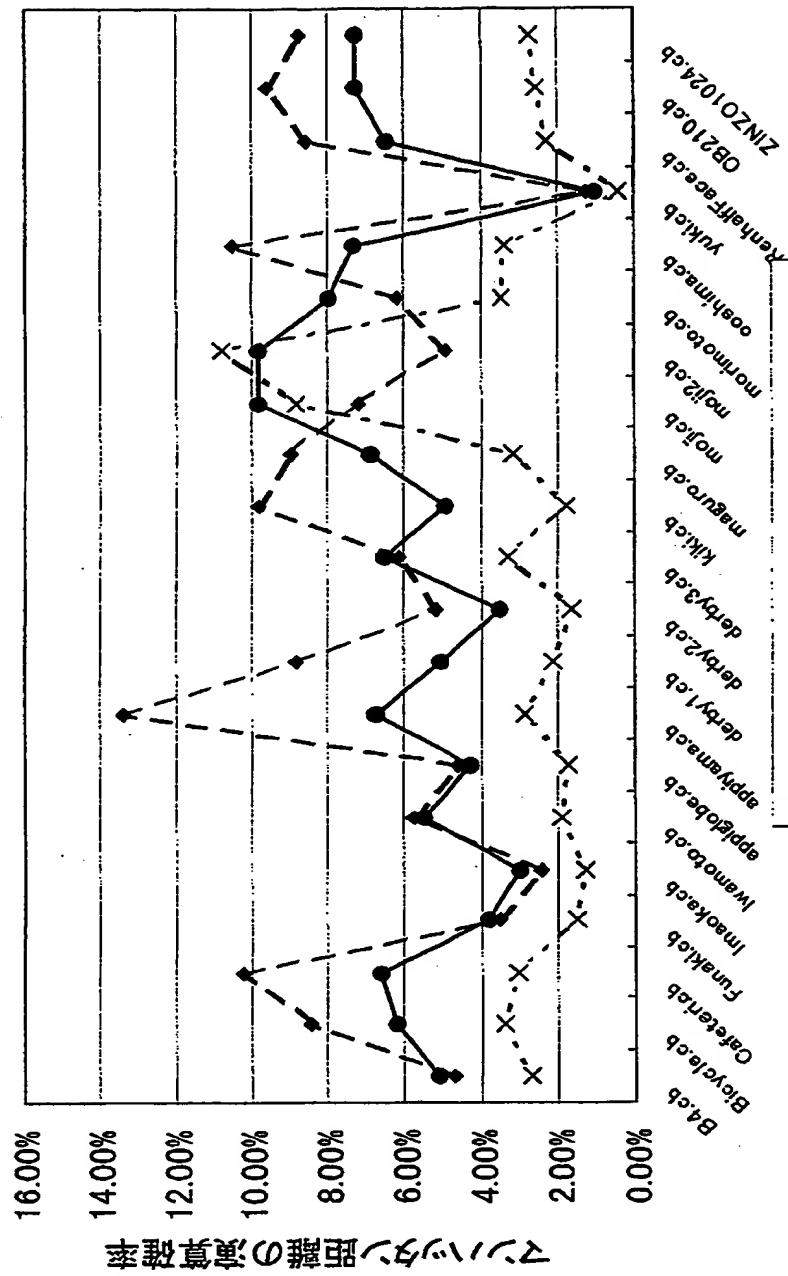
【図 2】



【図 3】

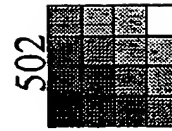
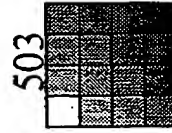


【図 4】

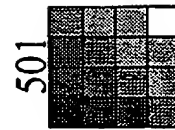


【図 5】

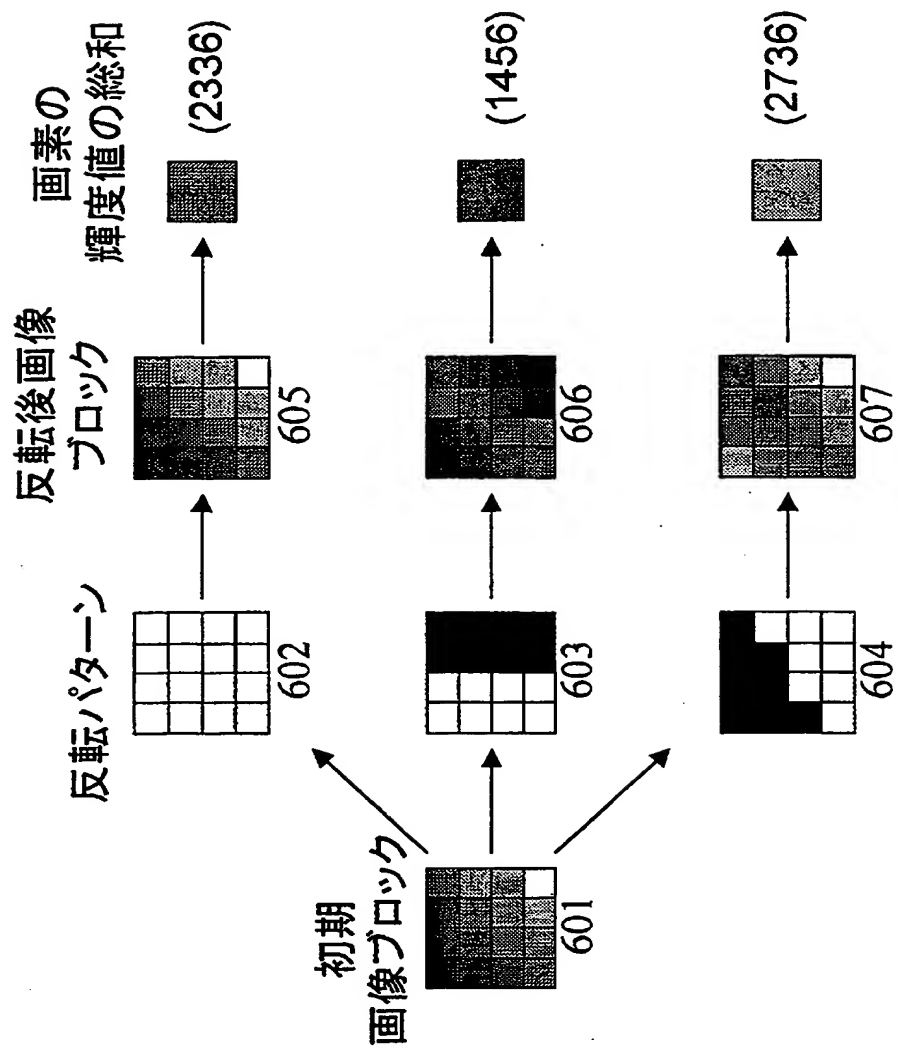
テンプレートベクトルデータに
対応する画像ブロック



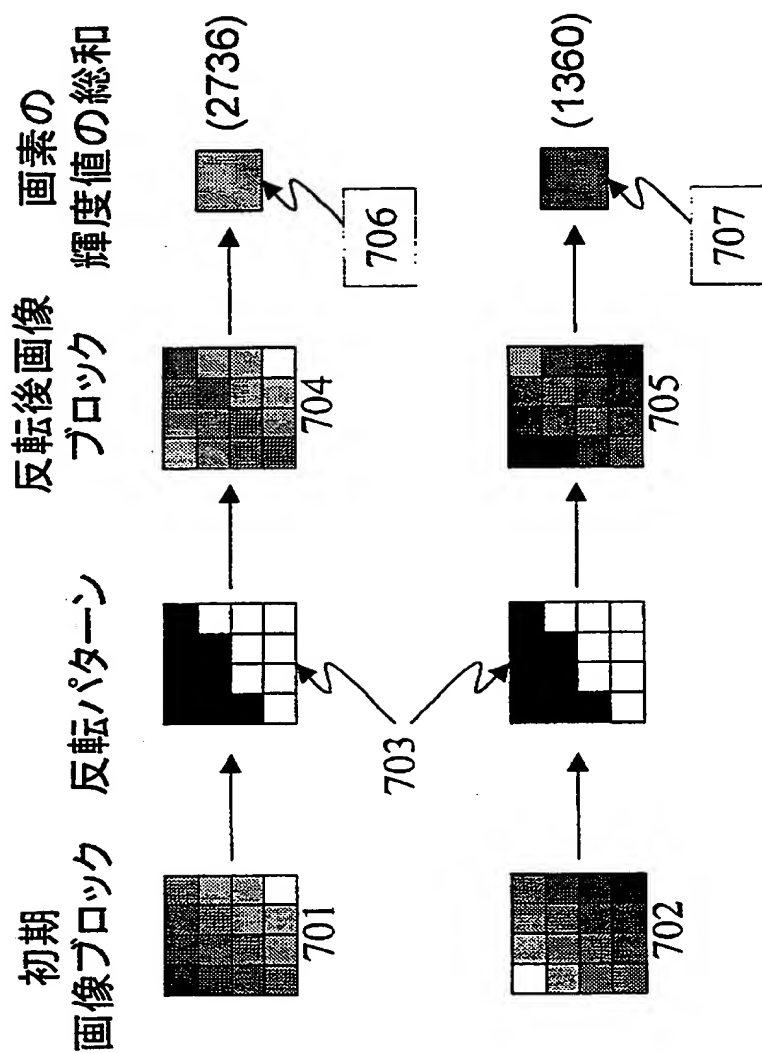
入力ベクトルデータに
対応する画像ブロック



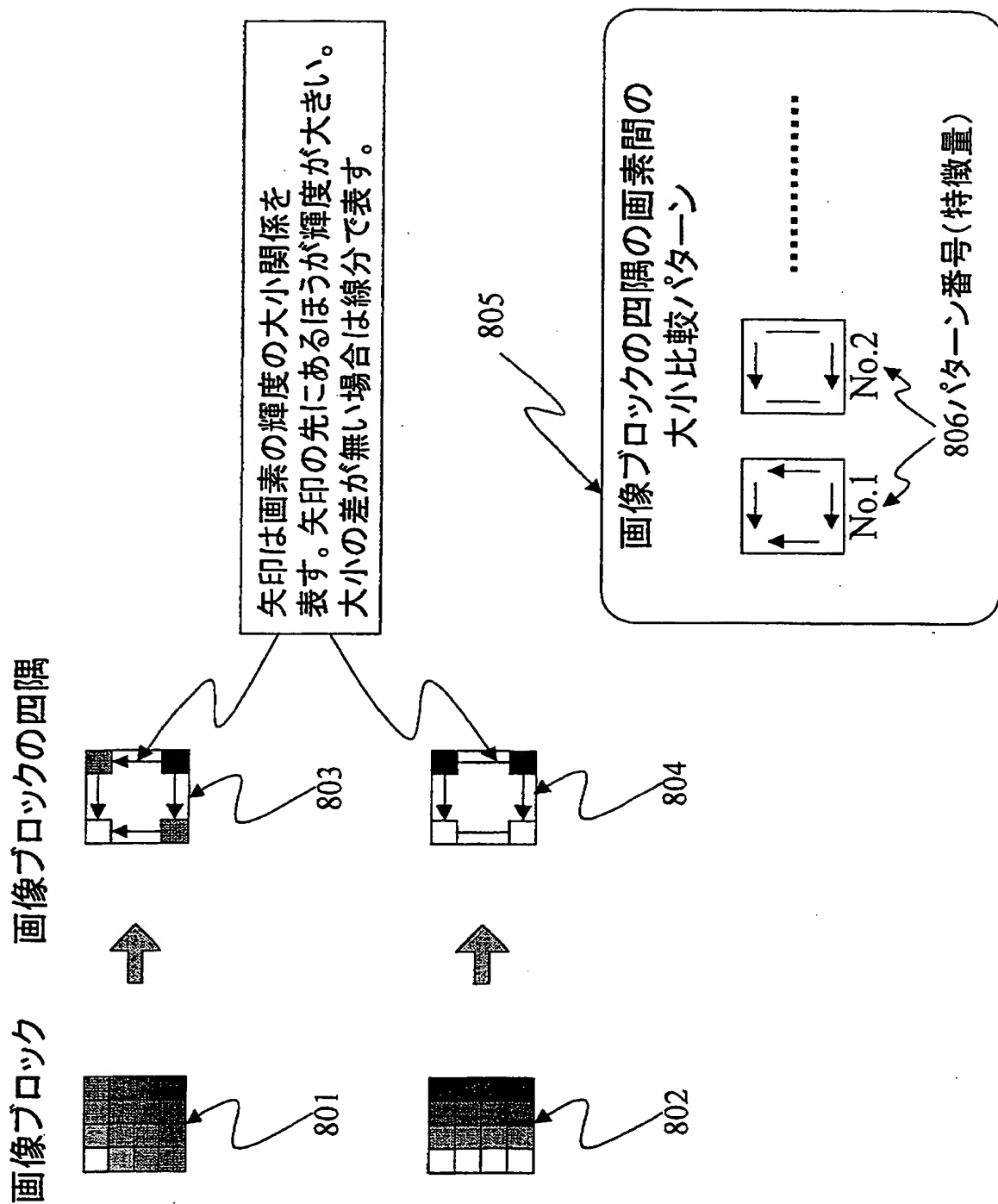
【図 6】



【図 7】

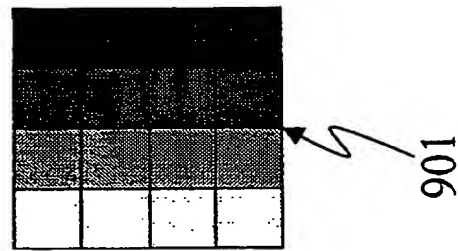
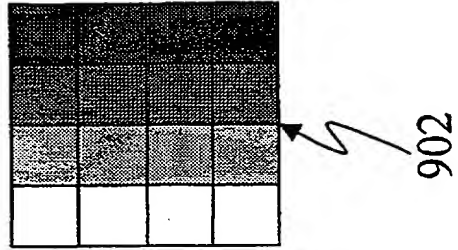


【図 8】

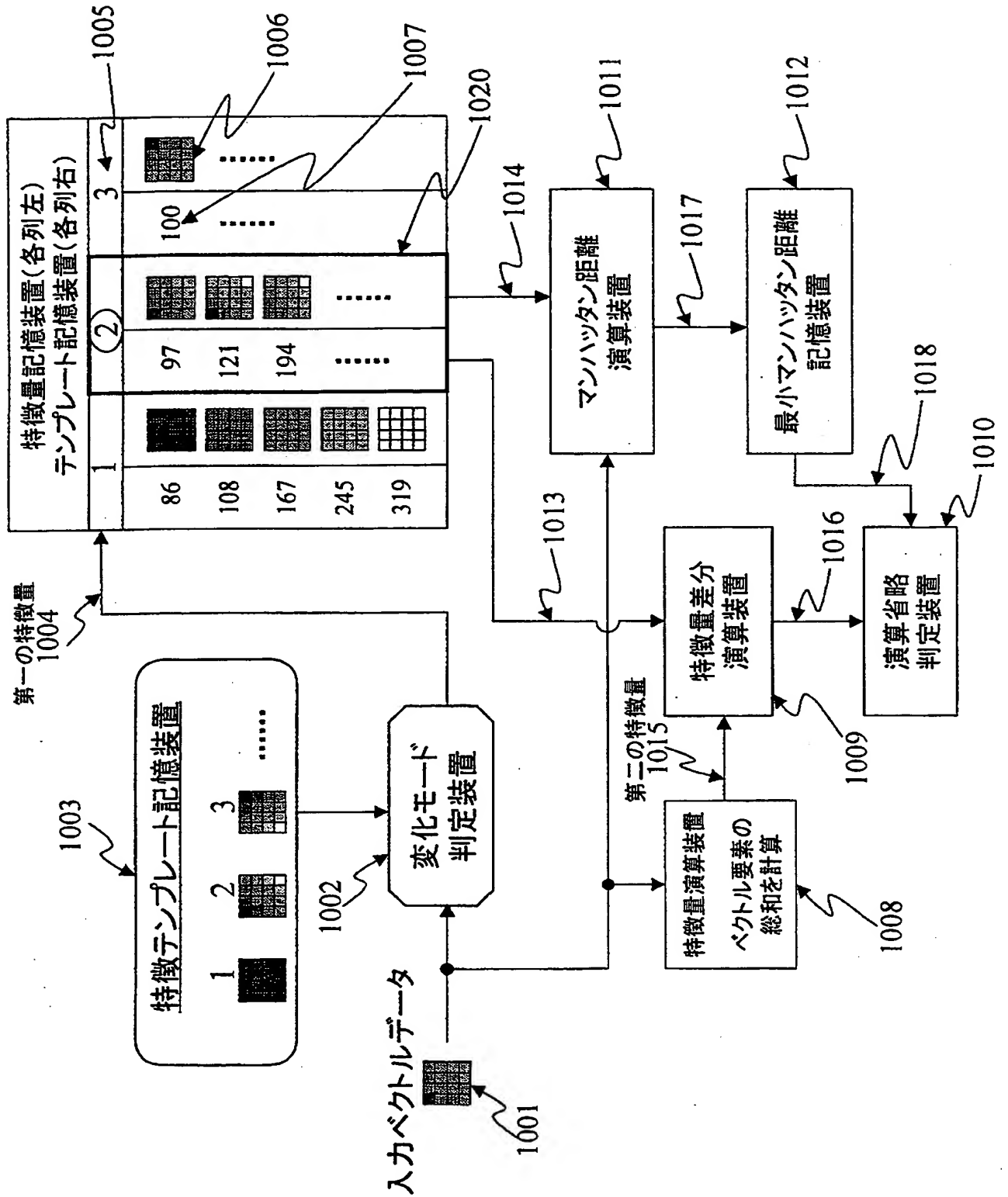


【図9】

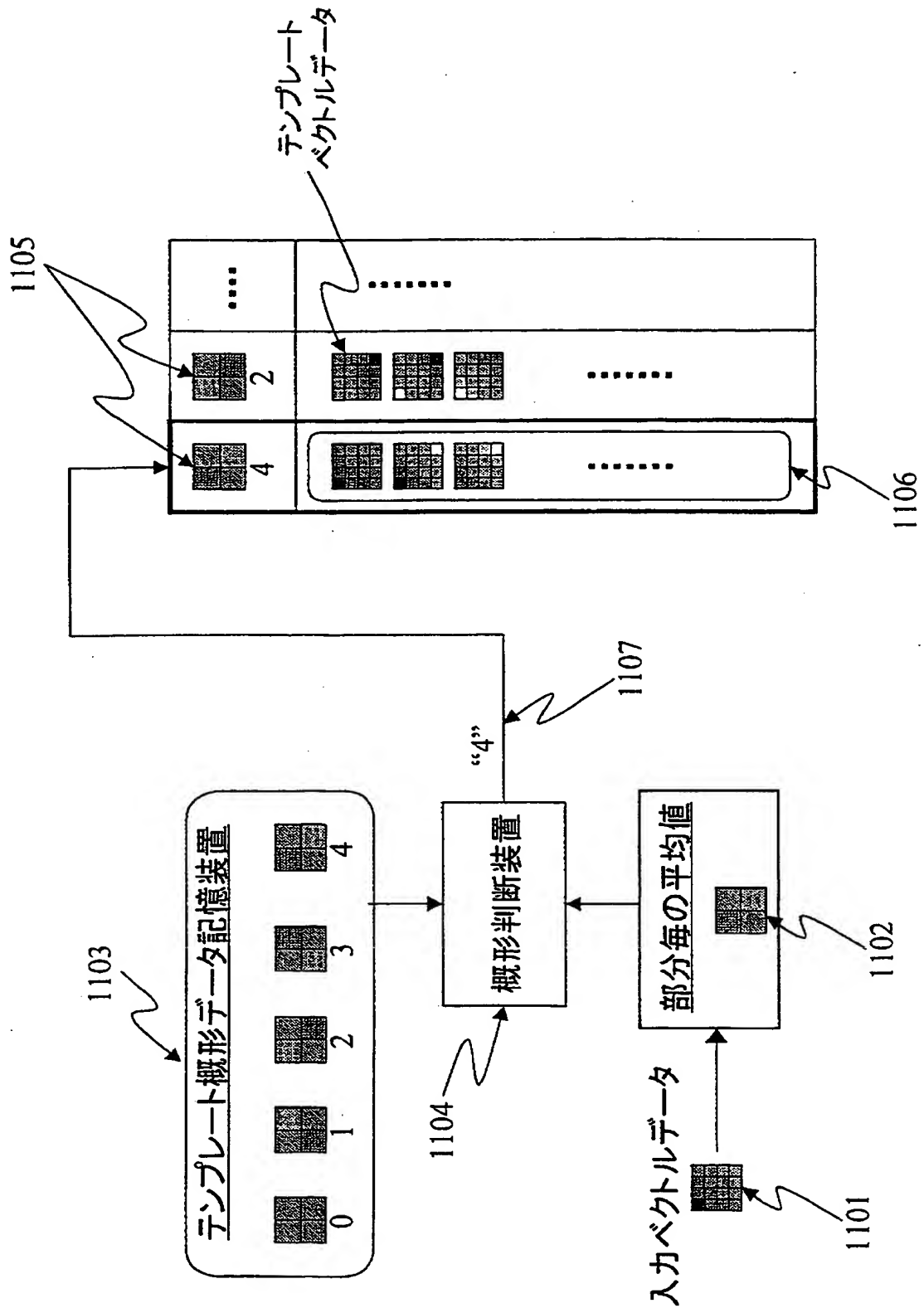
画像ブロック



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、テンプレートベクトルデータと入力ベクトルデータが類似しているか否かの演算処理を減少させ、高速化、低消費電力化を実現するベクトル量子化装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 複数のテンプレートベクトルデータの中から入力ベクトルデータに類似したテンプレートベクトルデータを検索し、検索されたテンプレートベクトルデータの値、又はその番地、またはテンプレートベクトルデータに付加されたインデックス番号を出力する検索手段を有するベクトル量子化装置であって、検索を行う際に、入力ベクトルデータ及びテンプレートベクトルデータの特徴量を比較し、その結果に基づいて、検索のために必要な演算を減少させることを特徴とする。

【選択図】 図1

【書類名】 職権訂正データ
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 000205041

【住所又は居所】 宮城県仙台市青葉区米ヶ袋 2-1-17-301

【氏名又は名称】 大見 忠弘

【特許出願人】

【識別番号】 596089517

【住所又は居所】 東京都文京区本郷 4-1-4

【氏名又は名称】 株式会社ウルトラクリーンテクノロジー開発研究所

【代理人】 申請人

【識別番号】 100088096

【住所又は居所】 東京都千代田区九段南 4-5-11 富士ビル 2 階

【氏名又は名称】 福森 久夫

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000205041]

1. 変更年月日 1990年 8月27日

[変更理由] 新規登録

住 所 宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2-1-17-301

氏 名 大見 忠弘

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [596089517]

1. 変更年月日	1996年 6月20日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都文京区本郷4-1-4
氏 名	株式会社ウルトラクリーンテクノロジー開発研究所